

# BRUG AF GIS TIL KOMMUNAL TRAFIKPLANLÆGNING OG BESLUTNINGSSTØTTE

Otto Anker Nielsen & Claus Rehfeld Jacobsen  
Institut for Veje, Trafik & Byplan (IVTB)  
Danmarks Tekniske Universitet (DTU)  
Bygning 115, 2800 Lyngby  
Telefon 45 25 15 14 / 45 25 15 10. Fax 45 93 64 12.  
Email [onielsen@ivtb.dtu.dk](mailto:onielsen@ivtb.dtu.dk) / [crehfeld@ivtb.dtu.dk](mailto:crehfeld@ivtb.dtu.dk)

## 1 INDLEDNING

Geografiske informationssystemer er gennem en årrække blevet benyttet til kortlægning, datahåndtering og til administrative formål. I dag foreligger der derfor en række data i GIS eller på en GIS kompatibel form, der kan danne grundlag for trafikplanlægningen. Dette drejer sig om trafiknetdata, befolkningsdata og andre socioøkonomiske data, data om bebyggelser, plandistrikter samt kortdata. Trafik- og byplanlæggere har hidtil primært benyttet GIS til at kortlægge den nuværende situation. Imidlertid vil GIS som værktøj også kunne danne grundlag for *modeller* af fremtidige trafikale, økonomiske, trafiksikkerhedsmæssige, miljømæssige og andre konsekvenser af forskellige planforslag og trafikpolitiske virkemidler.

Dette paper, der kan ses i forlængelse af Nielsen (1994, 3) og Nielsen & Jacobsen (1995), beskriver perspektiver for brug af GIS til vurdering af trafikplanforslag. Et sådant system (kaldet GIS-T) vil typisk bestå af modeller for: 1. Indsamling af data og formulering af alternative løsningsforslag, 2. Modelling af fremtidige trafikstrømme, 3. Konsekvensberegninger, 4. Valg af løsning baseret på et beslutningsstøttesystem og 5. Kvalitetskontrol. Trafikplanlæggere med forskellig baggrund arbejder ofte på hver eller dele af hver del-model ved brug af forskellige software pakker. Et samlet GIS-T som beskrevet i dette paper vil kunne samle og lette denne arbejdsproces.

Paperet bygger på et igangværende forskningsprojekt ved IVTB i GIS-T (Nielsen, 1995, 1). Projektet fokuserer på modeller på såvel lokalt, regionalt som nationalt niveau. De metoder der præsenteres her omhandler dog kun den kommunalt orienterede anvendelse af GIS-T. Dette GIS-T omfatter *trafikmodeller*, modeller for *trafiksikkerhed*, *støj*, *emissioner*, *barriereeffekt*, *arealanvendelse*, *trafikøkonomi* og *beslutningsstøtte*. Modellerne bliver udviklet på cases for Høje-Taastrup og Slagelse kommuner.

Kapitel 2 beskriver sammenhængen og brugen af GIS i kommunal trafikplanlægning. Kapitel 3 giver nogle anbefalinger vedrørende krav til data og datastrukturer for modeller til støtte af kommunal trafikplanlægning, mens kapitel 4 diskuterer formuleringen af sådanne modeller. Kapitel 5 resumerer konklusioner og de videre perspektiver for brugen af GIS i kommunal trafikplanlægning.

## 2 DEN KOMMUNALE PLANLÆGNINGSSAMMENHÆNG OG GIS

Forskningen i kvantitative beslutningsstøttemetoder til trafikplanlægning, fokuserer ofte på projekter i regional- eller lands-skala på et taktisk eller strategisk niveau. Evalueringer af sådanne projekter kræver en fuldskala trafikmodel, en vifte af konsekvensberegninger og en kvantitativ beslutningsstøtte-model, f.eks. en cost-benefit analyse eller en multi-kriterie analyse som beskrevet i EURET 1.1 (1994) eller Vejdirektoratet (1992).

Kommunal trafikplanlægning er imidlertid ikke nødvendigvis karakteriseret ved en rationel beslutningsproces, hvor investeringer, der har vist sig at være samfundsøkonomisk rentable i en lokal-, regional- og global analyse, foretrækkes (Handy, 1992, p.1 & Bach 1994). Beslutningsprocessen har tendens til at være ad-hoc og karakteriseret ved en tættere dialog mellem beslutningstageren og trafikplanlæggeren, end det ofte er tilfældet med projekter i stor skala. Den kommunale planlægningsproces kan beskrives ved et såkaldt interaktivt perspektiv (Handy, 1992, p.7). I følge dette princip påvirker modellerne indirekte beslutningerne, men modellerne er ikke det eneste afgørende for beslutningerne (Nielsen, 1994, 2, p.2.10).

Intuitivt kunne analyseområdet for en kommunal beslutningsproces hævdes at være kommunen selv. Imidlertid udgør den interne trafik (trafik med både start- og slutpunkt i kommunen) til tider kun en lille del af den totale trafik på trafikvejene i kommunen. Forskellige planforslag vil ofte indvirke på trafikken i de omkringliggende kommuner, lige som de omkringliggende kommuners planforslag vil indvirke på trafikken i kommunen. Som konsekvens heraf vil en form for vekselvirkning med en regional model være nødvendig. Set i et rationelt perspektiv vil en optimering af løsninger for hver enkelt kommune ikke nødvendigvis føre til den optimale løsning på det regionale niveau. Lokale beslutningstagere fokuserer imidlertid ofte kun på trafikken i kommunen og modellerne har til tider kun til sigte at retfærdiggøre allerede truffede beslutninger (i nogen grad svarende til et politisk perspektiv som beskrevet i Handy, 1992).

Kommuner foretager trafikplanlægning på både det strategiske, taktiske og operationelle niveau. Strategisk planlægning omfatter byudvikling eller større trafikplaner, der påvirker det regionale trafikmønster. Taktisk trafikplanlægning vedrører planlægningen i lokalområder, der hovedsageligt påvirker trafikmønstret i det meste af kommunen, hvorimod operationel trafikplanlægning vedrører mindre planforslag, der kun påvirker en mindre del af kommunen.

Kommuner er således involveret i en række forskellige planlægningsproblemer, lige fra den overordnede kommunale udvikling over en længere årrække, ned til ad-hoc problemløsning. Spørgsmålet er, hvilken rolle GIS kan spille i den kommunale planlægningsproces. Det må have indbygget modeller og metoder der kan anvendes til at analysere trafikproblemer, være mere rentabelt sammenlignet med de mere traditionelle trafikplanlægningsmetoder og give resultater af højere kvalitet. Forfatterens erfaring har yderligere vist, at kommunerne lægger vægt på at benytte data, der allerede er tilgængelig på digital form, i stedet for at skulle indsamle nye data. GIS-T'et skal derfor tage højde for strukturen af de eksisterende kommunale GIS og databaser - under forudsætning af at de anvendte informationer er tilgængelig på en fornuftig måde. Hvordan dette opnås diskuteres i kapitel 3.

### **3 DATAKILDER, DATASTRUKTURER OG DATAHÅNDTERING (BEHANDLING)**

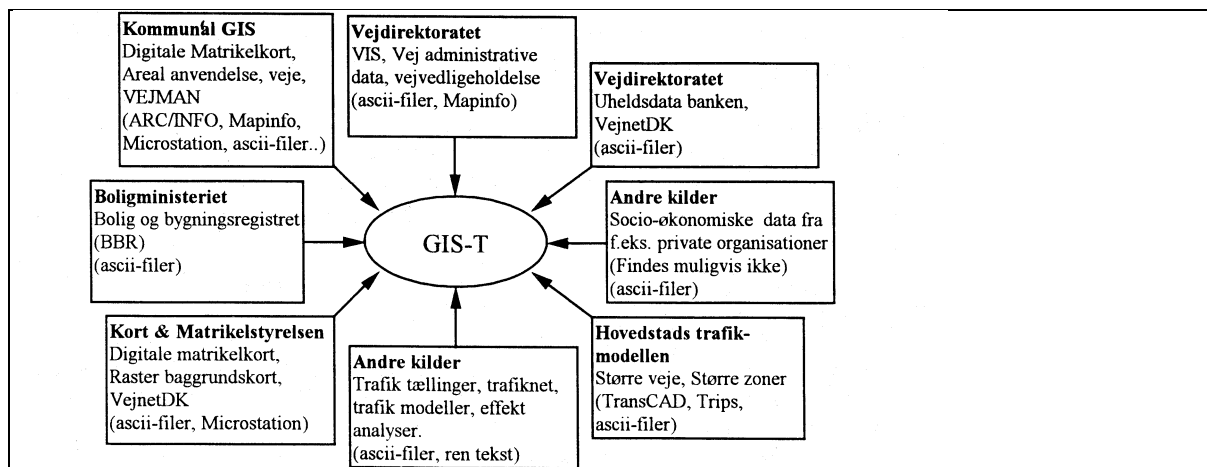
En række studier har fokuseret på GIS til at administrere og håndtere data i Danmark. Se Boligministeriet m.fl. (1991, 1 & 2), DSFL (1991 & 1993), Friborg (1994), KMS (1993, 1 & 2 og 1994), Sørensen (1995), Trollegaard (1992) og Vejdirektoratet m.fl. (1993). En af de største hindringer for brugen af eksisterende data er imidlertid de mange datakilder, de forskellige dataformater og det forskellige software og hardware, der gør en systematisering af datastrukturer og beregningsmodeller svært i praksis. Offentlige myndigheder og private firmaer har ofte implementeret GIS uden at koordinere standarder, nummereringssystemer eller selv strukturen og klassifikationen af GIS-relateret data. Sådanne problemer er ofte specielle for den enkelte kommunale-, regionale- eller landsdækkende

myndighed, og skyldes som regel, at der er tale om administrative systemer opbygget igennem en årrække. I det følgende præsenteres de krav, der som minimum kræves af data, og det diskuteres hvordan de eksisterende kommunale data kan udnyttes og håndteres så de kan anvendes i trafikplanlægningen.

### 3.1 GIS-topologi

I kommunerne benyttes GIS traditionelt til administrative formål, som f.eks. registrering af matrikler, ejendomme og infrastruktur samt styring af de kommunale besiddelser, inklusive vejnettet. Disse data kan med få modifikationer anvendes som basis for trafikplanlægning. Formålet med arbejdet, der præsenteres i dette paper, har været at nyttiggøre eksisterende data, fremfor at udvikle metoder, der kræver helt nye dataindsamlinger eller tidskrævende omstruktureringer af de eksisterende data.

Det har vist sig, at der på basis af to typer geodata med fordel kan benyttes et GIS-baseret planlægningsværktøj frem for mere traditionelle værktøjer: (1) Et matrikelkort med referencer (nøgler) til Bygnings og Boligregistret (BBR) samt (2) vejenes linieføringer med tilhørende nummerering. Alle andre data såsom vej- og trafikdata behøver nødvendigvis ikke at være på GIS-form, idet de kan relateres til GIS'et via traditionelle database principper. I case-studiet for Høje-Taastrup blev data overført fra vejvedligeholdelsessystemet VEJMAN (Vejdirektoratet, 1986) og Vejdatabanken (Vejdirektoratet, 1985). Trafikdata fra en lokal trafikanalyse blev benyttet (Anders Nyvig A/S, 1994), men måtte testes manuelt ind. Figur 1 viser danske datakilder og deres anvendelsesmuligheder til en grundlæggende GIS-T model.



**Figur 1** Eksempler på datakilder til et kommunalt GIS-T

På basis af disse eksisterende data kan der benyttes forholdsvis komplekse GIS-baserede trafikplanlægningsmodeller. Dette forudsætter dog et GIS, der kan foretage rumlige analyser som generering af buffers og overlays (f.eks. for støjberegninger og barriereeffekt som skitseret i afsnit 4) og som har en sammenhængende GIS-baseret knude/strækningstopologi, som kan danne grundlag for trafikmodeller for biltrafik og for de fleste konsekvensberegninger.

Derudover vil det være ønskværdigt, at GIS'et kan håndtere svingbevægelser i knudepunkter (de

såkaldte 'turntables', jvf. ESRI, 1992) samt ruter og sektioner af strækninger (ved brug af den såkaldte 'dynamiske segmentering', jvf. ESRI, 1991). Disse faciliteter er specielt påkrævede i forbindelse med analyser af trafikikkerhed, modellering af udgifter til vejvedligeholdelse og modellering af kollektiv trafik.

### 3.2 Aggregering af data

Data foreligger ofte på et detaljeret aggregeringsniveau. Derfor er det ofte nødvendigt at aggregere data i forhold til det aktuelle planlægningsniveau. De fleste GIS har forskellige algoritmer, der kan hjælpe hertil, om end det er nødvendigt at strukturere og videreudvikle disse for at kunne automatisere den typiske arbejdsproces for trafikplanlæggeren. De forskellige Aggregeringsniveauer kan jvf. Nielsen (1994, 3) opdeles i:

1. Det *disaggregated niveau* der beskriver hvert hus, boligblok, etc. Sektionsopdelte strækninger eller svingbevægelser i et vejkryds. Dette aggregeringsniveau kan være nødvendigt for nogle typer analyser som, f.eks. støj, vejvedligeholdelse og trafik sikkerhed.
2. *Element niveauet* omfatter svagt aggregeret data som ruter, kommuneplan distrikter, hele strækninger og hele vejkryds.
3. *Zone niveauet* beskriver større områder såsom bydele eller mindre landsbyer. Dette aggregeringsniveau benyttes som regel i trafikmodeller. Derimod foretages de fleste konsekvensberegninger på element niveauet eller endda det disaggregerede niveau.
4. *Skitse niveauet* er det mest aggregerede niveau og beskriver typisk hele modelområdet, eller deler det i et begrænset antal zoner. I forbindelse med kommunal trafikplanlægning kan det f.eks. være relevant at benytte forskellige modeller for land-, bolig-, handels- og industriområder i kommunen som udtryk for turproduktion i en sekventiel trafikmodel.

For indledende studier af et givet trafikplanforslag er det ofte tilstrækkeligt at arbejde på et zone-niveau. Sådan kan det for nogle alternativer være nødvendigt at foretage en mere detaljeret konsekvensberegning i hele analyseområdet eller ved særligt følsomme lokaliteter.

### 3.3 Kvalitetskontrol

En væsentlig fordel ved brug af GIS til trafikplanlægning er faciliteterne for at illustrere, udvælge og analysere data. Disse faciliteter kan forbedre evalueringen og kvalitetskontrollen af datagrundlaget for modeller samt resultaterne heraf. Kvalitetskontrollen kan drage nytte af følgende faciliteter:

1. *Standard database forespørgsler* kan give en logisk kontrol af sammenhængen imellem f.eks. vejklassifikation, antal kørespor og den formodede kapacitet.
2. *GIS's muligheder for rumlige analyser* kan belyse sammenhængen mellem topologi og attribut data (en vej i åbent land er næppe placeret i et bycenter). Administrativt GIS data er ikke altid topologisk sammenhængende (strækninger hænger ikke sammen i knuder). Til trafikplanlægning bør der være mulighed for kontrol heraf.
3. *Grafisk og tematisk visualisering* i GIS på basis af følgende kontrolmetoder;
  - Generelle statistiske mål for modellens nøjagtighed
  - Præsentation af afvigelsen mellem målte og modellerede værdier
  - Specielle analyser der viser rutevalg, ekstremersituationsscenarier etc.
  - Sammenligning af resultater med andre undersøgelser inklusiv fornuft og professionel erfaring

- Visualisering kan afsløre manglende logiske sammenhæng

Tabel 1 eksemplificerer mulige GIS-baserede check af trafiknetværk (Uddrag fra tabel 10.5, Nielsen, 1994,2).

Emne for kvalitetskontrol	GIS-baserede kvalitetssikringsalgoritmer
Topologi i trafiknettet	Find knudepunkter, der er mistænkeligt tæt på hinanden Find blinde strækninger Find knudepunkter, hvor strækningerne mødes i skarpe vinkler Interaktive alt-eller-intet rutevalg til check af topologisk sammenhæng i nettet
Klassifikation af strækninger	Sammenlign klassifikationen af strækninger med zonestrukturen (f.eks. landevej i Kbh.City eller indkøbsgade i landområde) Undersøg mistænkelige sammenhænge mellem strækninger (f.eks. lokalvej mellem to motorvejsstrækninger,) Undersøg mistænkelige sammenhænge mellem øvrige strækningsdata og klassifikationen af strækningerne (f.eks. motorvej med fri hastighed på 40 km/t) Undersøg mistænkelige sammenhænge mellem topologi og klassifikation af strækninger (f.eks. motorvej med krydsafstand på 200 meter og kurveradius på 300 meter, indkøbsgade med krydsafstand på 5 km) Brug af foruddefinerede algoritmer til fremstilling af temakort
Trafiknetdata	Check størrelsesordenen af de enkelte data (f.eks. kapacitet på 500 eller 500.000 ÅDT) Analysér sammenhængen mellem de forskellige data (f.eks. mellem vejtype, kapacitet, fri hastighed og antal kørespor) Brug af forud definerede algoritmer til fremstilling af temakort
Snittællinger	Check om der findes rimelige ruter mellem zonepar, hvor der ikke er snittællinger. Check at snittællinger ikke ligger midt i zoner (mulig stor andel af zoneintern trafik) Check størrelsesordenen af de enkelte tællinger og sammenlign dem med kapaciteter
Modelresultater	Check sammenhængen mellem talt og modelleret trafik, trafik/kapacitet, modellerede hastigheder og søgning efter strækninger med lidt trafik Forud definerede algoritmer til fremstilling af temakort Fremhævning af rutebundter mellem zonepar, og andre analysetyper, der er tæt knyttet til den enkelte modelberegning

**Tabel 1** Eksempler på GIS-baserede metoder til kvalitetssikring af trafiknet.

Sådanne check kan struktureres i en slags ekspertsystem med kvalitetssikringsmetoder der afhænger af både det tilgængelige data, aggregeringsniveauet og planlægningsteksten.

## 4 TRAFIKPLANMODELLER PÅ KOMMUNALT PLAN

For trafikplanlæggeren er det lige så vigtigt at kunne evaluere trafik- og miljømæssige effekter i den nuværende som i den fremtidige situation. Nogle modelresultater kan forbedres ved anvendelse af GIS, og derved levere bedre resultater med de samme data.

#### 4.1 Trafik modeller

Trafikmodeller opnår kun en begrænset fordel af GIS, hvilket afspejles i at eksisterende GIS-T

Problem	GIS-indikator	Mulige årsager og løsninger herpå
Modellerede trafikmængder er generelt for store	Temakort viser hyppigt bestemte farvekoder (o.l). Mål for absolutte eller relative afvigelser er forskellige fra nul.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Justér antal personer per bil</li> <li>• Justér turproduktionsmodellen</li> <li>• Check socioøkonomiske data for fejl</li> <li>• Justér turfordelingsmodellen, så der bliver færre lange ture</li> <li>• Justér placeringen af snittællinger, så disse ikke indeholder zoneintern trafik</li> </ul>
Modellerede trafikmængder afviger fra snittællinger i et delområde af modellen	Temakort viser store afvigelser i dette område	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Check socioøkonomiske data for zoner i det pågældende delområde</li> <li>• Klarlæg mulige atypiske lokale karakteristika</li> <li>• Justér placeringen af snittællinger, så disse ikke indeholder zoneintern trafik</li> <li>• Undersøg om zonestrukturen er for grov i forhold til trafiknettet i det pågældende område</li> <li>• Undersøg placeringen af zonecentroider</li> <li>• Check trafiknetdata for det pågældende område</li> </ul>
Modellerede trafikmængder afviger fra snittællinger langs konkurrerende strækninger/ruter	Temakort viser forskellige farvekoder (e.l.) for de konkurrerende strækninger	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Check formuleringen af rejsemødestandsudtrykket samt rutevalgsmodellen</li> <li>• Check rejsemødestande og kapaciteter for de konkurrerende strækninger/ruter</li> <li>• Undersøg om der er mulige forsinkelser i knudepunkter</li> <li>• Check opbygningen af zonesystemet og zonecentroider omkring de konkurrerende strækninger/ruter</li> </ul>
Modellerede trafikmængder afviger fra snittællinger på enkeltstrækninger	Temakort viser store afvigelser på enkeltstrækninger	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Check rejsemødestande og kapaciteter for de pågældende strækninger samt omkringliggende strækninger</li> <li>• Check placeringen af zonecentroider</li> <li>• Check mulige forsinkelser i knudepunkter</li> <li>• Undersøg om der er særlige lokale karakteristika ved trafiknettet</li> </ul>
Modellerede trafikmængder afviger fra tællinger langs overordnede snit (cutlines eller screenlines)	Søgninger og efterfølgende tematiske analyser på de pågældende snit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Check den overordnede modelformulering, eksempelvis fordelingen mellem lange og korte ture i turfordelingsmodellen</li> <li>• Check trafiknet og zonestruktur</li> </ul>

**Tabel 2** Eksempler på afvigelser mellem talt og modelleret trafik, GIS-indikatorer herfor og mulige løsninger herpå.

benytter trafikmodellerne på en ganske traditionel måde. Fordelen ved at benytte en GIS-baseret model skyldes (1) standardmulighederne i GIS for rumlige analyser, (2) de forbedrede metoder for zone aggregering og (3) mulighederne for kvalitetskontrol af data som beskrevet i afsnit 3. Tabel 1 illustrerer en serie forskellige GIS indikatorer for forskellige problem typer, der typisk forekommer i trafikmodeller (Tabellen opsummerer resultater fra Nielsen, 1994, 2, p.10.24). Se Nielsen (1994, 1 & 2) for en mere detaljeret diskussion om GIS og trafikmodellering.

#### **4.2 Model for konsekvensberegninger på det kommunale niveau**

Trafikale konsekvensanalyser på kommunalt niveau fokuserer som regel på lokale effekter som støj, lokal luftforurening, barriereeffekt, trafiksikkerhed og den svært kvantificerbare effekt tilgængelighed. Effekter som gennemkørende trafiks tids- og kørselsomkostninger, regionale udviklingseffekter og global forurening bliver sjældnere analyseret på kommunalt niveau, idet de udviklede evalueringsmetoder der behandler disse problemer sjældent er tilpasset den lokale beslutningstagers behov.

IVTB har ved flere lejligheder modelleret trafikale effekter ved hjælp af TransCAD (Caliper corp., 1992), som støj (Kronbak, 1993), luftforurening (Andersen, 1993). Af nyere arbejder kan nævnes støj og barriereeffekt (Jacobsen, 1995), trafiksikkerhed (Ahmed, 1995) og tilgængelighed (Kronbak, 1995), i det mere avancerede GIS ARC/INFO. I det følgende opregnes nogle generelle og metodiske konklusioner og anbefalinger ved anvendelsen af GIS til trafikale konsekvensberegninger.

Støjmodeller er formodentlig den trafikale effekt, der i størst udstrækning er blevet implementeret i GIS, men hovedparten af de GIS baserede modeller kræver store datamængder eller er uden forbindelse til de andre modeller, der anvendes i traditionel trafikplanlægning. De meget avancerede modeller er af interesse for detaljerede analyser på mindre områder, men er mindre passende for strategiske analyser. En model implementeret på IVTB er således netop rettet mod strategisk analyse på kommunalt niveau (Jacobsen, 1995) og tilbyder information om de kommunale støjproblemer. Modellen er udviklet med lavt datakrav og høj beregningshastighed som sigte baseret på den fælles nordiske støjmodel (Vejdirektoratet, 1989).

Barriereeffekt er svært at modellere i et computersystem. En model der anvender buffere til udvælgelse af de påvirkede boliger er dog blevet udviklet på IVTB (Jacobsen, 1995). Det blev antaget at jo tættere man bor på en vej des større er sandsynligheden for at man oplever utryghed og barriere effekt på grund af denne vej. Bufferne placeres i tre afstande omkring veje hvis trafikniveau angivet i Vejdirektoratet (1992). Ved hjælp af GIS-overlays kan påvirkningen bestemmes. Vejdirektoratets opdeling i zoner i forhold til areal anvendelsen er yderligere blevet udvidet så rekreativ-, kontor-, industriområde og specielle områder såsom skoler og hospitaler inddrages. En anden tilgang, der forskes i på IVTB, er muligheden for at anvende netværks funktionen i ARC/INFO hvor gå og cykel tider er bestemmende for det område, der er påvirket af barriereeffekt.

Luftforureningsmodeller for emissioners spredning i atmosfæren er meget komplekse. Det er forfatterens opfattelse, at modeller med et væsentligt større kompleksitetsniveau, som det indeholdt i den Nordiske beregningsmodel for luftforurening i gaderum (Vejdirektoratet, 1990), ikke er rimelig for mere overordnet planlægning. Denne model er imidlertid ikke relevant for mange forstads eller provinsbyer, da disse kun sjældent har deciderede dybe gaderum som modellen forudsætter. En emissionsmodel anses derfor for den bedste model til anvendelse i kommunal sammenhæng. Her tilbyder GIS en begrænset forbedring af resultaterne udover visualiseringsmuligheder som farver og linietykkelser

(Jacobsen, 1995, p.137).

For at kunne foretage trafiksikkerhedsanalyser med GIS, kræves et avanceret GIS (eller database), der er i stand til at håndtere dynamisk segmentering og svingtabeller for kryds. I Høje-Taastrup-caset er GIS blevet brugt til sortpletudpegning ved hjælp af udtræk fra Uheldsdatabanken og relateret til strækningsdata ved hjælp af dynamisk segmentering (Ahmed, 1995). Den fremtidige forskning fokuserer på behandling af uheldsdata i kryds ved hjælp af svingtabeller for kryds og sortpletudpegning for flader som supplement til i dag hvor udpegningen sker ved hjælp af en skyder.

Trafikal Tilgængelighed er et større forskningsområde på IVTB med en tilknyttet Ph.D.-studerende (Se Jacob Kronbaks indlæg andetsteds i denne konferencerapport). Indtil nu har forskningen omhandlet regional tilgængelighed, men modeller for lokal tilgængelighed er ved at blive testet og udviklet (Se figur 1). Ved at definere et center hvortil tilgængeligheden ønskes analyseret, kan oplandet bestemmes udfra en tids/omkostningsbetragtning for fodgænger-, cykel- og biltrafik.

### **4.3 Beslutningsstøtte på det kommunale planlægningsniveau**

Som nævnt i afsnit 2, anvender kommuner sjældent kvantitative økonomisk baserede modeller i beslutningsprocessen, men i stedet 'blødere' metoder. GIS tilbyder den visuelle dimension, der i forbindelse med nogle af modellerne kan forbedre beslutningsstøtten. Dette er vigtigt i en beslutningsammenhæng, hvor de mindre kvantificerbare effekter er af stor betydning for beslutningstagerne. Ole Bach (1994) bemærkede at dette skyldes en fiksering på de kommunale kassebeholdninger og manglende metoder, der er tilpasset en kommunes behov, kan modellere den samfundsmæssige nytte.

Selv om kommunale teknikere ofte besidder indsigt i modeller om trafikale forhold og trafikplanlægning, er det ikke nødvendigvis tilfældet for hovedparten af de tekniske chefer og politikere. Det er derfor vigtigt at kunne præsentere kompleks information i en tilgængelig, klar og simpel måde for disse beslutningstagere. Et stort problem i forbindelse med sådanne præsentationer er at være istand til at kommunikere modellernes begrænsninger og resultaternes usikkerhed. En grafisk integration af modelresultaterne kunne hjælpe på dette problem, idet en dialog imellem beslutningstageren og teknikeren da lettes herved.

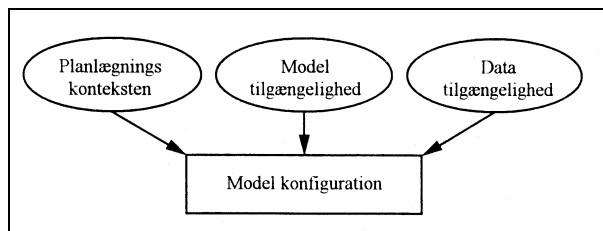
Et GIS, der er i stand til at analysere trafikplanalternativer kan således være til stor hjælp i den kommunale beslutningsproces. Ved at integrere et sæt af modeller i et GIS kan et sådan system tilpasses mange af de forskellige planlægningsniveauer, der findes. Kombinationen af modeller bør således tilpasses planlægningsniveau, model og data tilgængeligheden som det ses i figur 1.

Et sådant beslutningsstøttesystem bør afspejle beslutningstagerens tilgang til planlægningsprocessen, og det skal kunne producere hurtige og præcise resultater som svar på brugerens forespørgsler.

Spørgsmålet om offentlighedens deltagelse er af stigende interesse for kommunale beslutningstagere. GIS kan grundet de kommunikative effekter, som en grafisk brugerflade besidder, være et middel til formidling af komplekse matematiske modellers resultater. Ved denne grafiske præsentation af de forventede effekter af alternative planforslag, har offentligheden mulighed for at deltage i debatten om prioritering og valg. Præsentationen bør inkludere følsomhedsanalyser af usikre antagelser, implementeringsstrategier og designvalg. Så ikke alene vil GIS kunne være et værktøj i en målsætning om øget offentlig deltagelse, men ligeledes et værktøj, der kan forbedre kommunikationen af politiske beslutninger. Dette kræver systematisering af metoder og modeller for at undgå, at modellerne misbruges



politisk. Grafiske brugerflader forekommer meget overbevisende ved at præsentere resultater på en uantastelig måde, selvom det bagved liggende modelvalg bygger på en model konfiguration, parametre og trafikeffektvægte som indeholder normative afvejninger, som kan være meget politisk ladede. Forskning på IVTB søger mod en systematisering af modellerne for at gøre beslutningstøttesystemerne mere gennemsigtige og objektive.



**Figur 2** faktorer med betydning for modelkonfiguration.

## 5 KONKLUSION OG FREMTIDIGE PERSPEKTIVER

I dette paper er brugen af GIS til trafikplanlægning i kommuner blevet diskuteret. Som konklusion har brugen af GIS-T kombineret med nye modeludviklinger ved IVTB ledt til følgende forbedringer arbejdsprocessen af sammenlignet med mere traditionelle modelværktøjer:

- Det er muligt at basere trafikplanlægningsprocessen på eksisterende kommunalt tilgængelige administrative data på en konsistent måde.
- For at udnytte tilrådeværende data optimalt bør der vælges et avanceret GIS frem for en mere simpel GIS-løsning.
- Ved at implementere forskellige konsekvensberegninger i et GIS kan modellerne i højere grad koordineres.
- GIS øger kvaliteten af analyserne ved at være i stand til at foretage rumlige analyser og kombinerede rumlige/numeriske forespørgsler.
- GIS giver lettere mulighed for at tilpasse metoderne til planlægningsniveauet og det tilgængelige datagrundlag.
- Rumlige analyser giver mulighed for at forbedre resultater i forbindelse med støj-, barriereeffekt og tilgængelighedsanalyser, mens der opnås mindre forbedringer med hensyn til trafik- og emissions modeller.
- GIS giver et værktøj, der kan styrke kvalitetskontrollen og derved være et nyttigt værktøj ved udviklingen af nye modeller og arbejdsgange.

Foruden at forbedre de ovenstående punkter er der en række emner og problemer, der generelt vil forbedre trafikplanprocessen i kommuner og som endnu ikke har været tilfredsstillende berørt. Fremtidig forskning vil bl.a. omhandle:

- Forbedring af koordinationen af de forskellige modeller. Et system af ekspertregler baseret på bedste viden, anbefalinger og regler med hensyn til modelkombinationer vil kunne assistere teknikeren undervejs i modelleringsfasen på forskellige Aggregeringsniveauer.
- Behandlingen af multiple netværkstyper og transportmiddelvalg heri (f.eks. cykel-, bil-, bus- og toget).
- Behandlingen af alternative planforslag på en konsistent måde, som reducerer mængden af redundant data.
- Metoder til sikring af modellens kvalitet og vurdering af usikkerhed af de enkelte modeller og det overordnede resultat. Disse analyser skal være et integreret værktøj som støtte for beslutningstagerne.

Det lovende perspektiv for GIS-T vedrører både forbedret omkostningseffektivitet med hensyn til eksisterende data og planlægningsprocedurer såvel som øgede muligheder for at forbedre eksisterende og udvikle nye metoder og modeller ligesom hele trafikplanprocessen.

## **EFTERSKRIFT**

GIS-T forskningsprojektet ved IVTB (se Nielsen, 1995, 1) er hovedsageligt finansieret af Transportrådet og forskningen vedrører planlægning på både lokalt-, regionalt- og nationalt niveau. Studiet af Høje-Taastrup bliver gennemført i samarbejde med vicedingeniør Claudio Panicelli fra kommunen samt Henrik Dorn-Jensen, Anders Nyvig A/S. Yderligere vil vi gerne takke Landinspektør Hans Rolff-Petersen fra Slagelse kommune for data materiale.

## REFERENCER

- Ahmed, S. (1995). **Analysing road traffic safety using GIS**. Paper 1995-4, IVTB.
- Andersen, C. L. (1993). **Miljøberegninger i Næstved med TransCAD**. Eksamensprojekt, IVTB, DTU.
- Anders Nyvig A/S. (1994). **Kortlægning af trafikale miljøkonsekvenser I Høje-Taastrup kommune**.
- Bach, Ole (1994). **Barrierer for anvendelse af radikale virkemidler i kommunernes trafikplanlægning**. Trafikdage på AUC. supplementsrapport, s. 185
- Boligministeriet m.fl. (1991,1). **Digitale kort og registres anvendelse i fysisk planlægning, Prototypeprojekt - GEO 2**.
- Boligministeriet et al. (1991,2). **Ortofotos og digitale matrikelkorts anvendelse ved kommunernes administration og planlægning af det åbne land**.
- Caliper Corporation (1990). **TransCAD Transportation Workstation Software, Reference Manual, Version 2.0**. Boston, USA.
- DSFL (1991). **Standard for udveksling af digital kortinformation DSFL-format**. Rapport Nr. 910201.
- DSFL m.fl. (1993). **Specifikationer for tekniske kort** - Et udvalg under kommunalteknisk chefforening.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute) (1991). **Dynamic Segmentation**. Redlands, CA, USA.
- ESRI (1992). **Networks Analysis**. Redlands, CA, USA.
- EURET 1.1 (1994). **Cost-Benefit and Multi Criteria Analysis for new road construction**. Final Report, Concerted action 1.1. EU.
- Friborg, P. (1994). **VIS år 2005 - en naturlig del af hverdagen**. Vej-&Trafiknyt, Nr.1: s. 10-11. Vejdirektoratet.
- Handy, S. (1992). **Three perspectives on the function of transportation models: Rational, Political, or Interactive?** Transportation Research Board, 71th Annual Meeting, January 12-16, Preprint.
- Jacobsen, C. R. (1995). **Application of GIS in Municipal Traffic Planning - With a special emphasis on local environmental effects and decision support**. Paper 1995-3, IVTB.
- KMS (Kort og Matrikelstyrelsen). (April 1993). **FK-Standard**.
- KMS (Nov. 1993). **TOP10DK - Danmarks Topografiske Grundkortdatabase**.
- KMS (April 1994). **TTO-Projektet - Konvertering af eksisterende digitale tekniske kort til TK-standarden, fremstilling af oversigtskort, samt grundlaget for TOP10DK**.
- Kronbak, J. (1993). **Støjeregninger i TransCAD**. IVTB, DTU.
- Kronbak, J. (1995). **Regional tilgængelighed i Danmark**. Kommende notat, IVTB, DTU.
- Kronbak, J. (1995). **Tilgængelighed i Danmark**. Trafikdage ved AUC.
- Nielsen, O. A. (June 1994). **A New Method for Estimating Trip Matrices from Traffic Counts**. Seventh International Conference on Travel Behaviour. s. 2-14.
- Nielsen, O. A. (1994,2) **Optimal brug af persontrafikmodeller - En analyse af persontrafikmodeller med henblik på dataøkonomi og validitet**. Ph.D.-Afhandling. Rapport Nr. 76, IVTB, DTU.
- Nielsen, O. A. (1994,3) **Brug af GIS til Trafikplanlægning og beslutningsstøtte**. Trafikdage ved AUC, 1994, s. 305-316.
- Nielsen, O. A (1995, 1). **Scope and Intention of the research project: Use of GIS for Traffic Planning and Decision Support (GIS-T)**. IVTB, DTU.
- Nielsen, O.A. & Jacobsen, C.R. (1995). **Using GIS for traffic planning and impact modelling in municipalities**. Paper, der publiceres ved 22th PTRC annual Meeting, Warwick, UK.
- Sørensen, Espen Munk (1995). **GIS - Et værktøj i udbredelse**. Byplan 3/95, s. 127-132.
- Trollegaard, S. (1992). **Et kompendiemateriale om forskeres og forskningsinstitutters muligheder for at anvende stedbestede registreringer og digitale kort**. Boligministeriet.
- Vejdirektoratet, VDL (1985). **Trafiksikkerhed - Beskrivelse af uheldsdata i Uheldsdatabanken**.
- Vejdirektoratet, VDL (1986) **VEJMAN - Systemskitse for kommunale vejregistre og vedligehold på PC-ere**.

Notat 1.

- Vejdirektoratet, VDL (1989) **Beregningsmodel for vejtrafikstøj**. Rapport 93
- Vejdirektoratet, VDL (1990) **Vejtrafik og luftforurening**. Rapport 87
- Vejdirektoratet, ØSA (1992) **Undersøgelse af større hovedlandevejsarbejder - metode for effektberegninger og økonomisk vurdering**.
- Vejdirektoratet, VDL, Friborg P., Gravesen S., and Kjærsg A. (1993). **Vejsektorens InformationsSystem (VIS): Hovedrapport - etape 3**.